

Современные методы растеризации изображений

Научный руководитель: Парфенов Денис Васильевич, к.т.н., доцент

Исполнитель: Гогинян Борис Андреевич, группа: КМБО-03-16

Цели и задачи работы

Цель работы – сравнение различных реализаций алгоритмов трассировки лучей в нескольких программах рендеринга изображений для определения наиболее фотореалистичного и быстрого.

Задачи:

- Построение 3D сцен различной сложности и настройка идентичных параметров для исследуемых рендеров,

- Получения набора изображений для сравнения и эталонного изображения,

- Построение графиков с использованием метрики PSNR для получения количественной оценки разницы между изображениями

Реалистичный рендеринг



Рис. 1 "Kitchen render" by Marcin Olejarski – luxcore render



Рис. 2 "Head Scan" by Juan C. Gutiérrez – appleseed render



Рис. 3 "Seoul" by Gleb Alexandrov – Cycles render

Концепция Физически-корректный рендеринг

Уравнение рендеринга

$$L_0(x, \vec{\omega}_0) = L_e(x, \vec{\omega}_0) + \int_{\Omega} (f_r(x, \vec{\omega}_0, \vec{\omega}_i) \cdot L_i(x, \vec{\omega}_i) \cdot (\vec{\omega}_i, \vec{n})) d\vec{\omega}_i$$

BSDF



Рис. 4 Материалы, полученные с помощью BSDF (bidirectional scattering distribution function)

Метрики сравнения изображений

Основная метрика для сравнения изображений – PSNR (peak signal-to-noise ratio) – отношение пикового уровня сигнала к шуму.

$$MSE = \frac{1}{m \cdot n} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} |I(i,j) - \hat{I}(i,j)|^2$$

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{MAX_I^2}{MSE} \right)$$

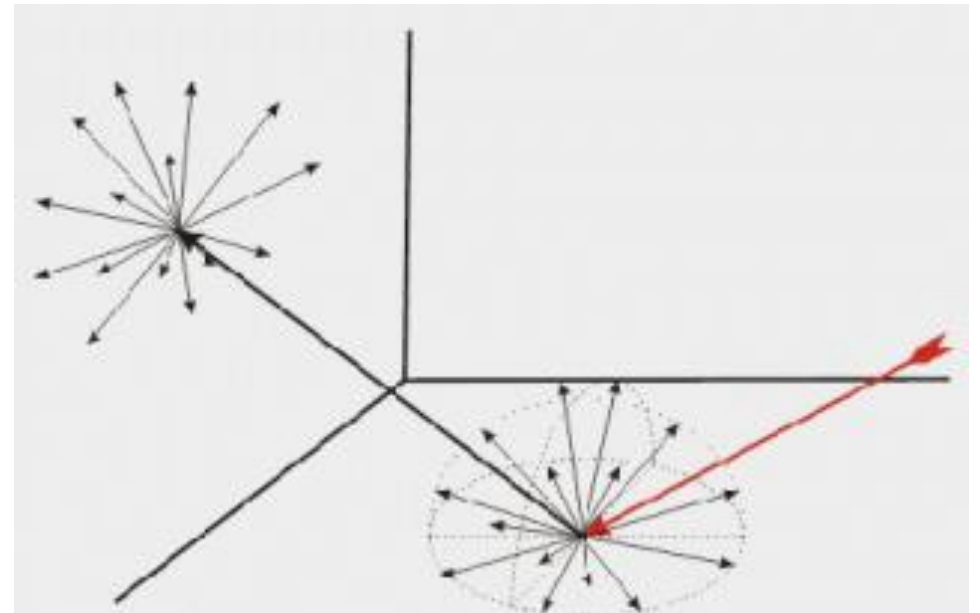
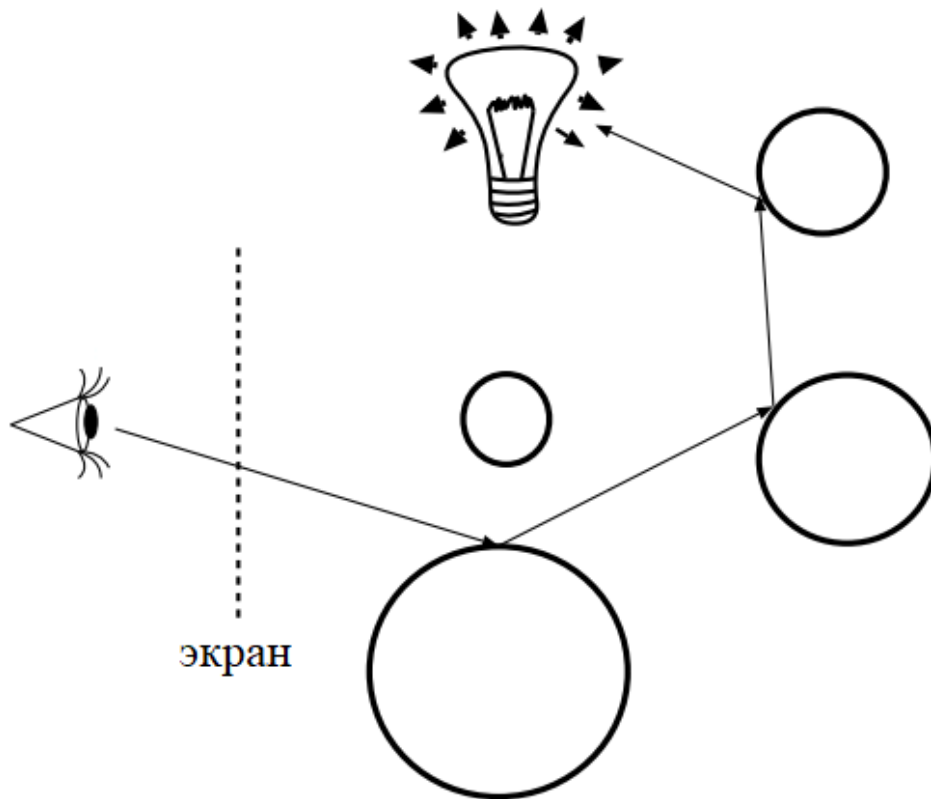
Метрика применяется для изображений с выровненной гистограммой. В данном исследовании для нормировки используется функция `cv2.equalizeHist(channel_from, channel_to)`.

Для получения значения PSNR используется функция модуля `skimage.metrics` языка Python: `peak_signal_noise_ratio(image_true, image_noise, data_range=None)`

Алгоритмы трассировки

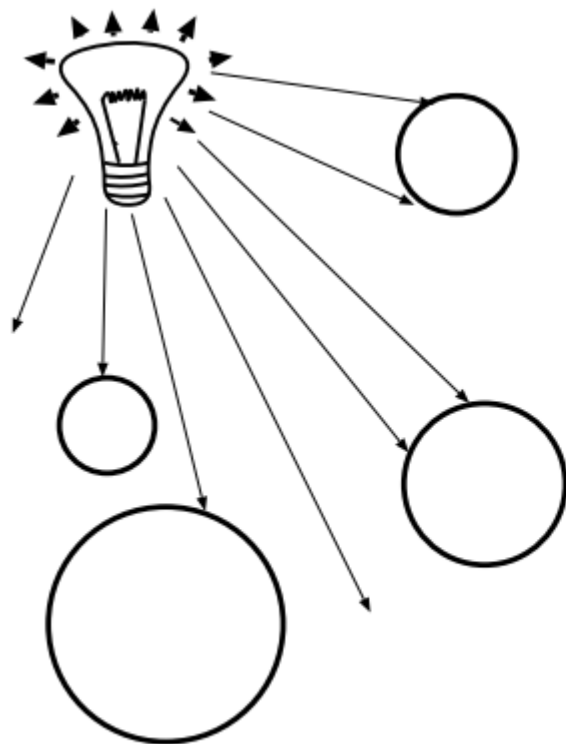
Алгоритм Path Tracing

→ траектория луча

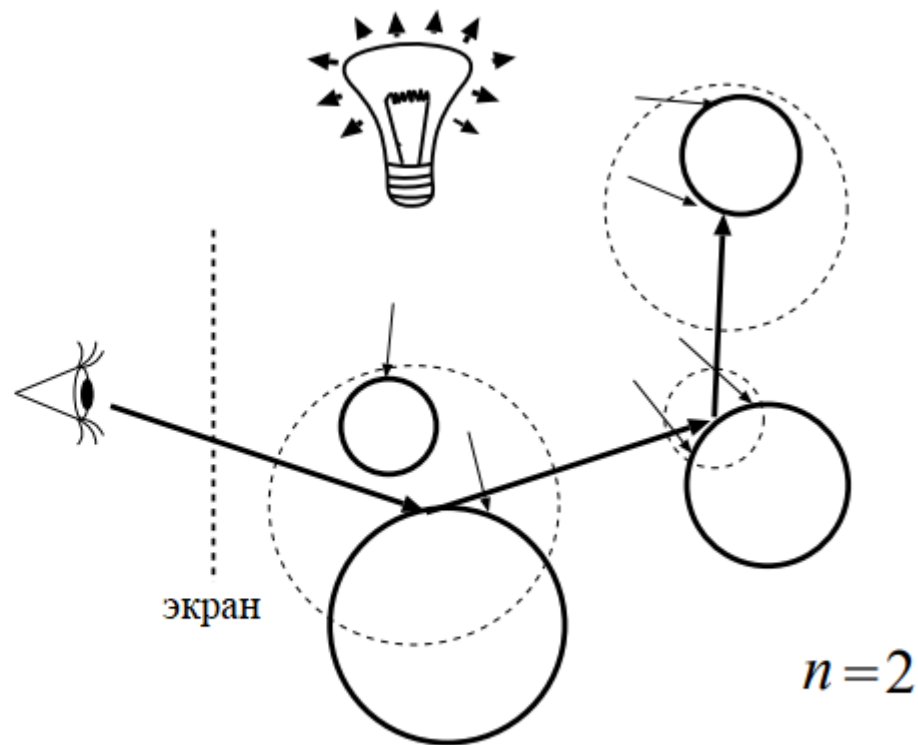


Алгоритмы трассировки

Алгоритм Photon Mapping



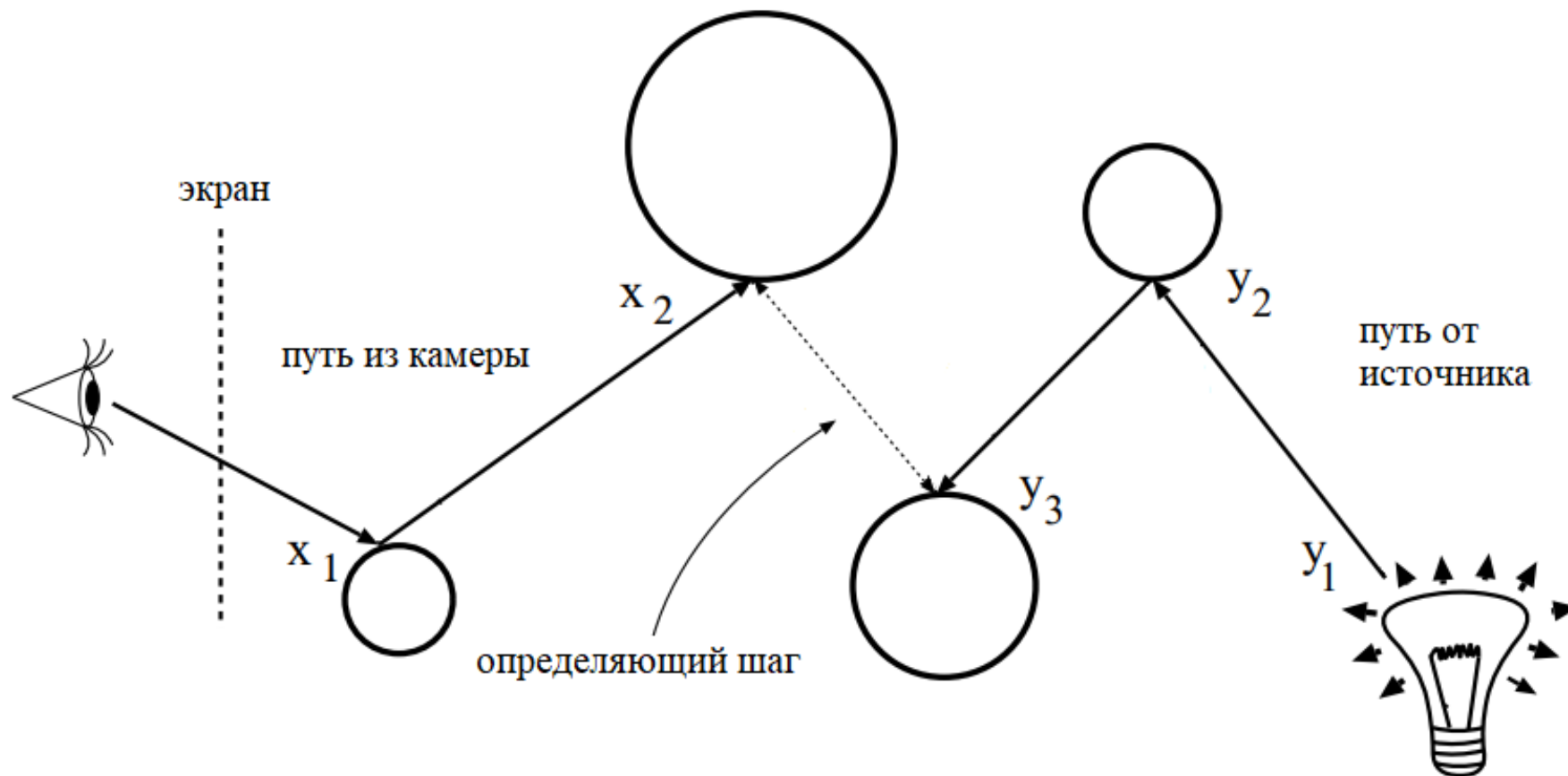
Первый этап. Создание фотонной карты



Второй этап. Сбор информации в некотором радиусе

Алгоритмы трассировки

Алгоритм Bidirectional Path Tracing



Сцена для сравнения рендеров

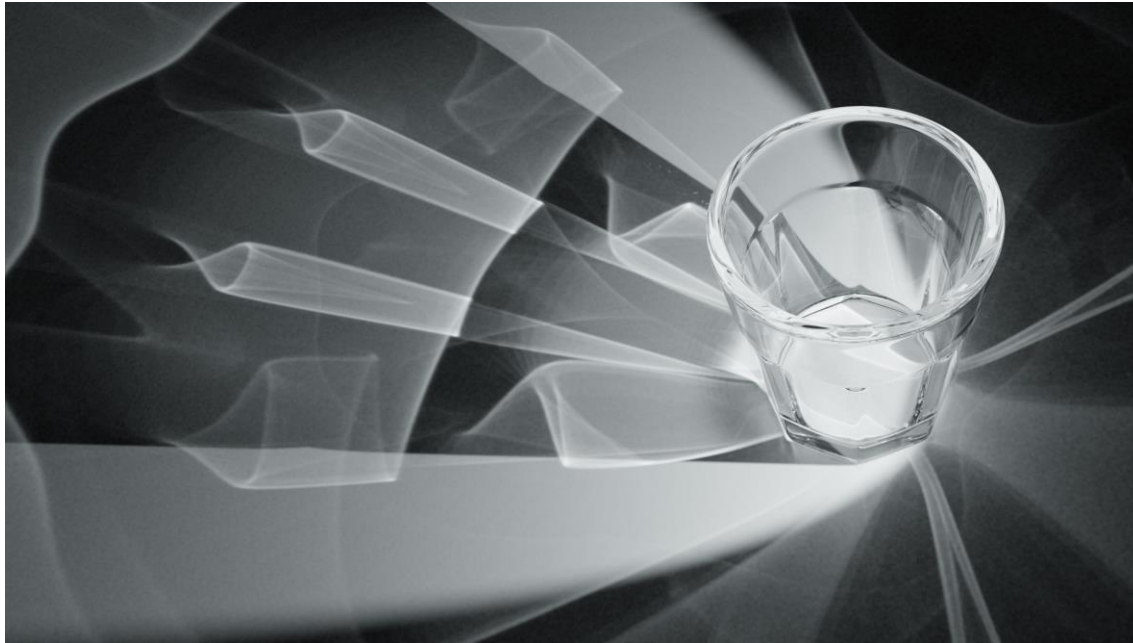


Рис. 1 Эталонное изображение для первого эксперимента

Эксперимент 1

Рендеры	Используемые алгоритмы
appleseed	SPPM
Cycles	Path tracing
LuxCore	Path tracing + caustic light cache

Эксперимент 1

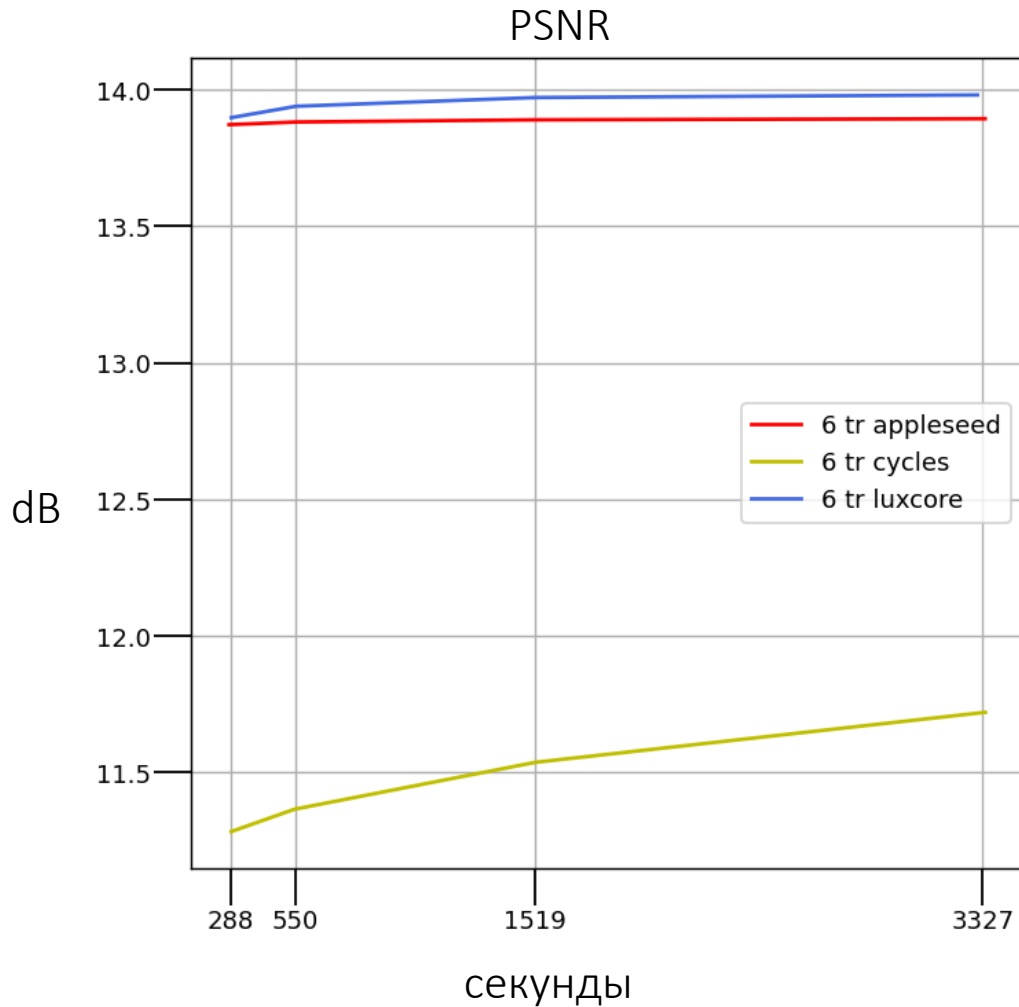


Рис 2. Сравнение качества между всеми рендерами

Средняя скорость роста:

appleseed = 0.00779

Cycles = 0.145291

LuxCore = 0.0328

$$t_{\%} = \frac{time_{12}}{time_6} \cdot 100$$

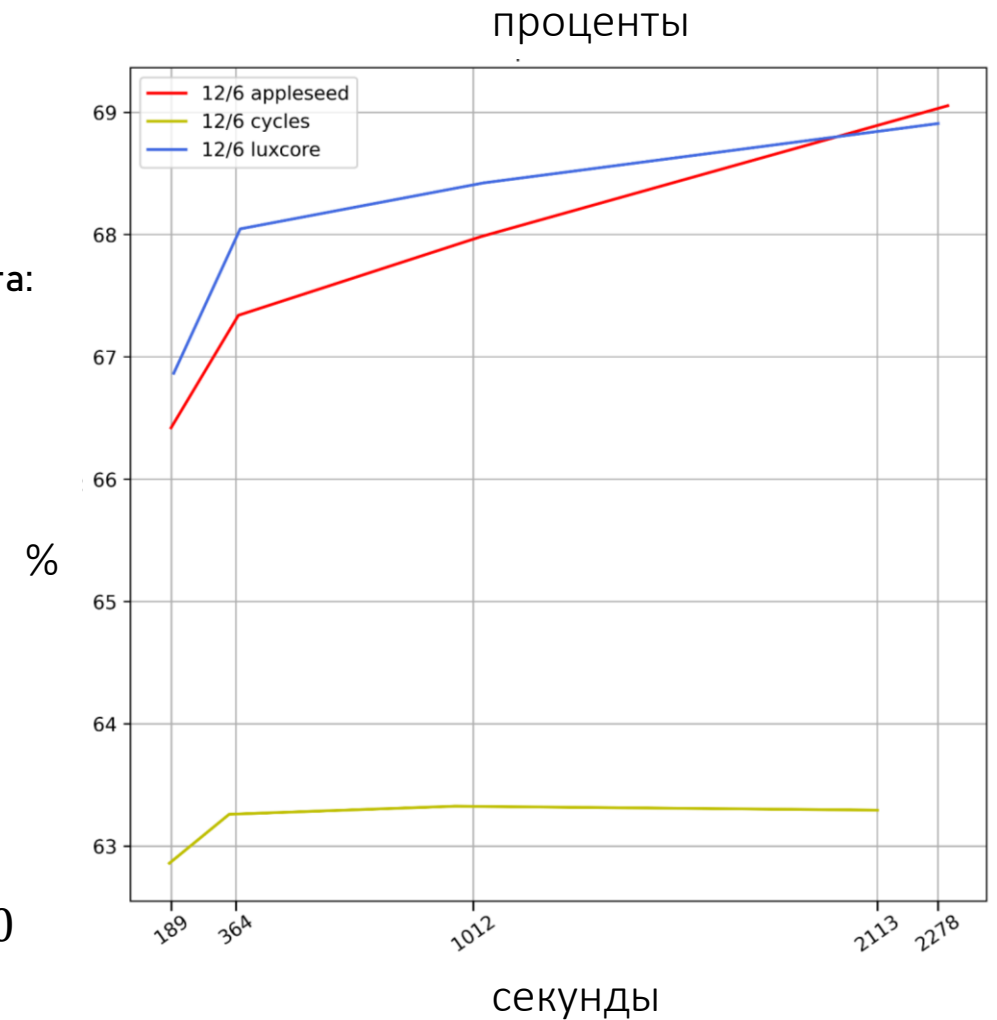
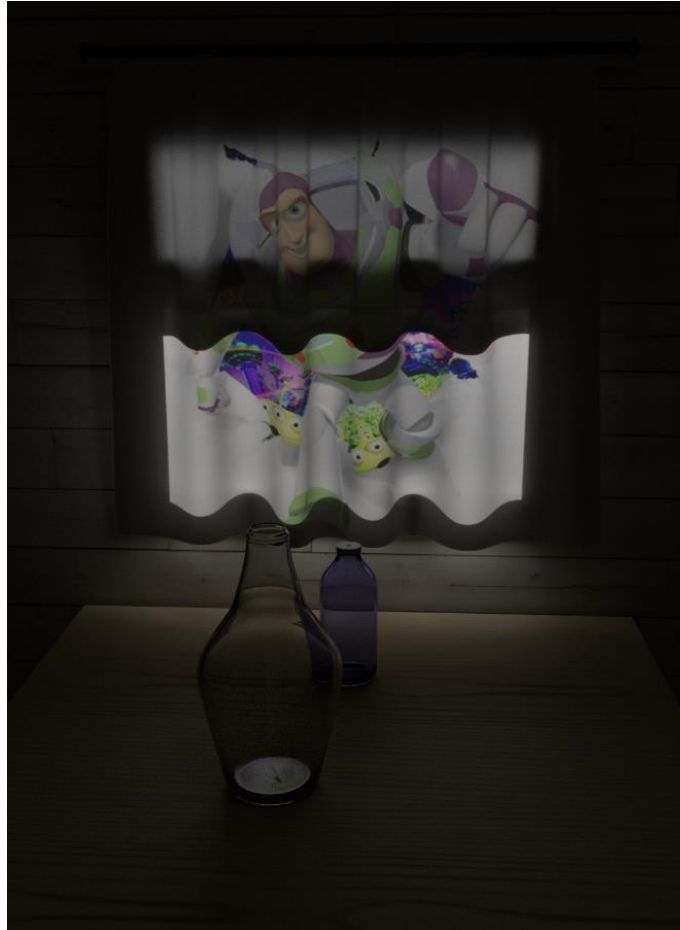


Рис 3. Процентное соотношение улучшения времени работы для каждого отрезка времени

Сцена для сравнения рендеров



Эксперимент 3

Рендеры	Используемые алгоритмы
appleseed	Path tracing
Cycles	Path tracing
LuxCore	Path tracing, bidirectional path-tracing

Рис. 4 Эталонное изображение для первого эксперимента

Эксперимент 3

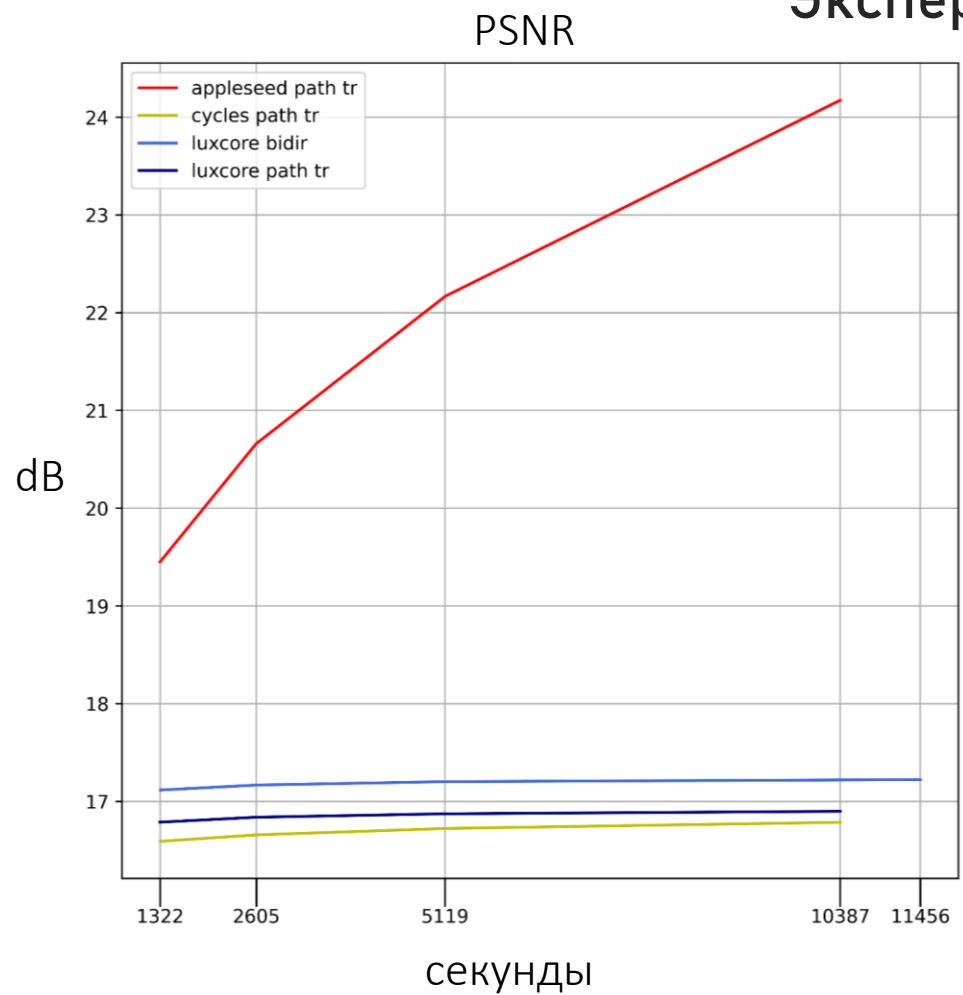


Рис 5. Сравнение качества в зависимости от времени

PSNR

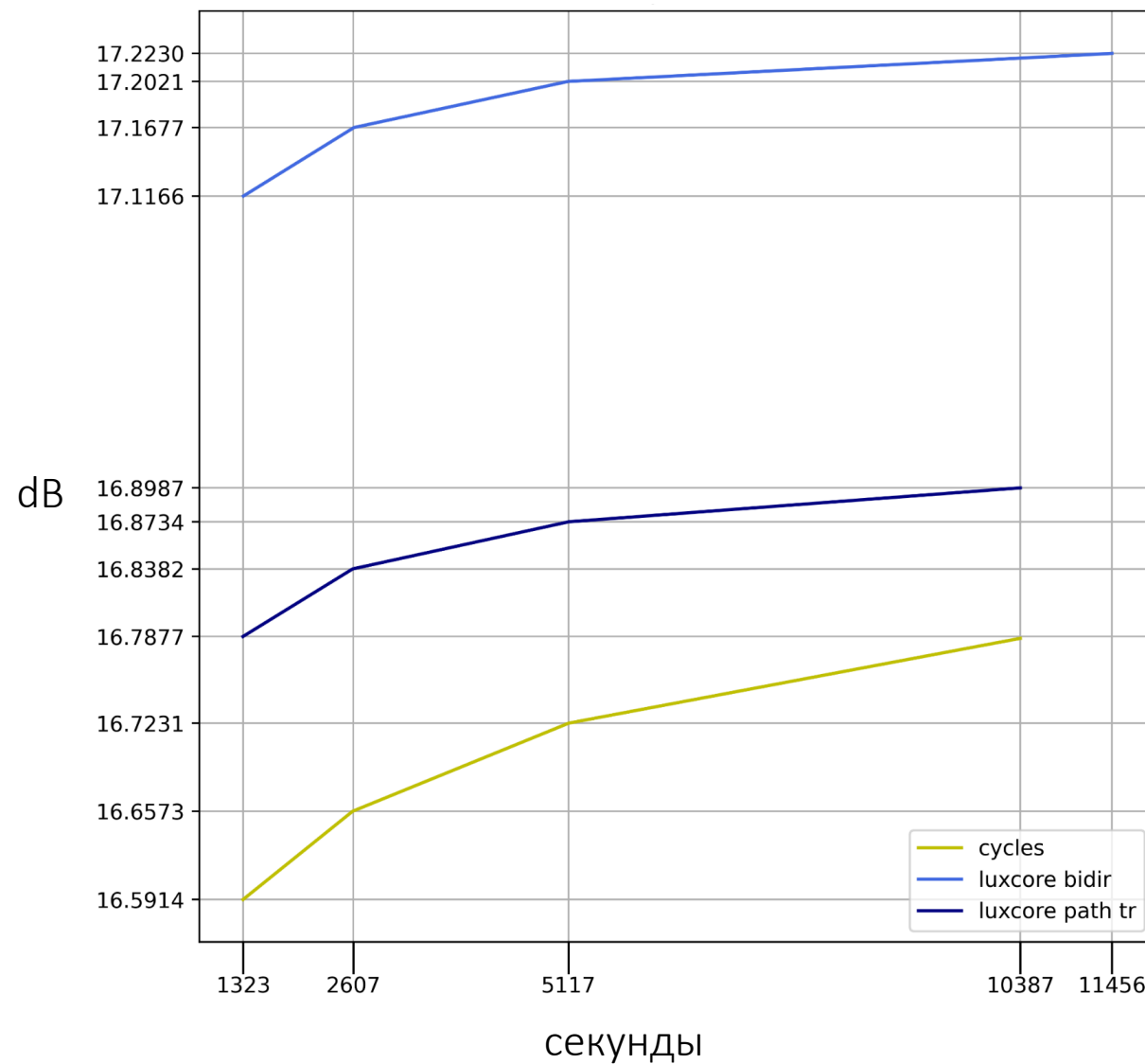
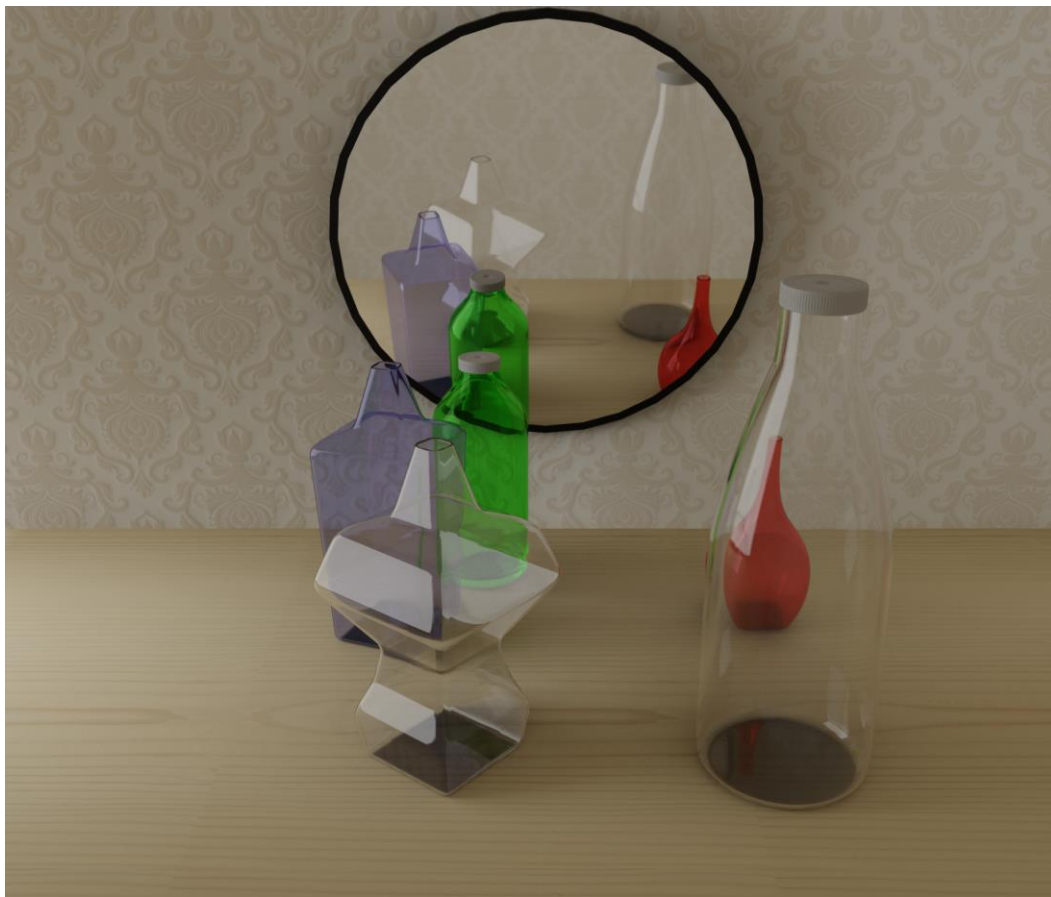


Рис 6. Сравнение качества между всеми алгоритмами

Другие эксперименты

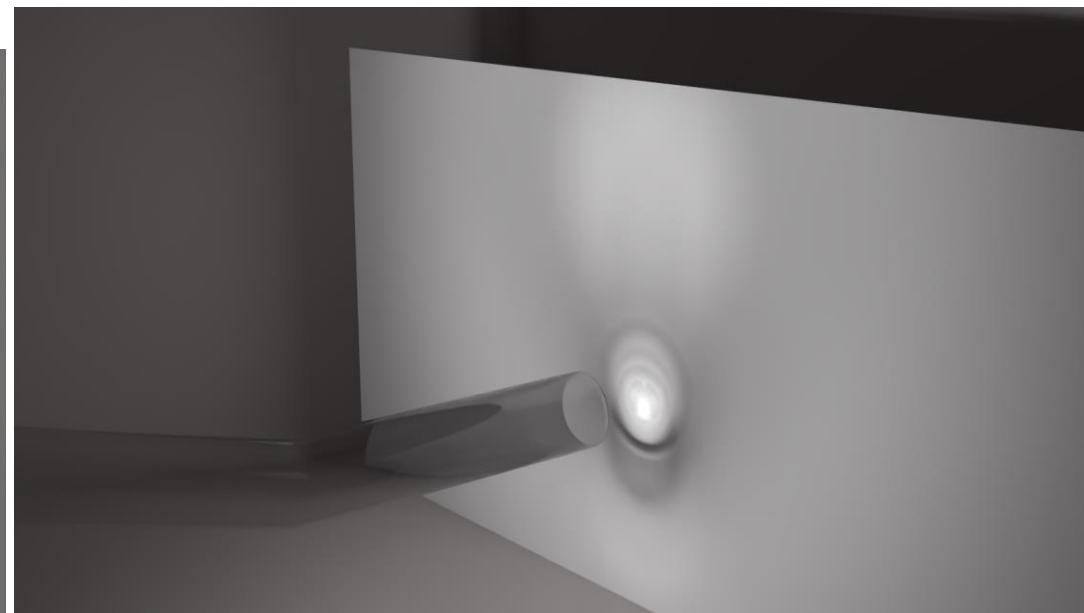
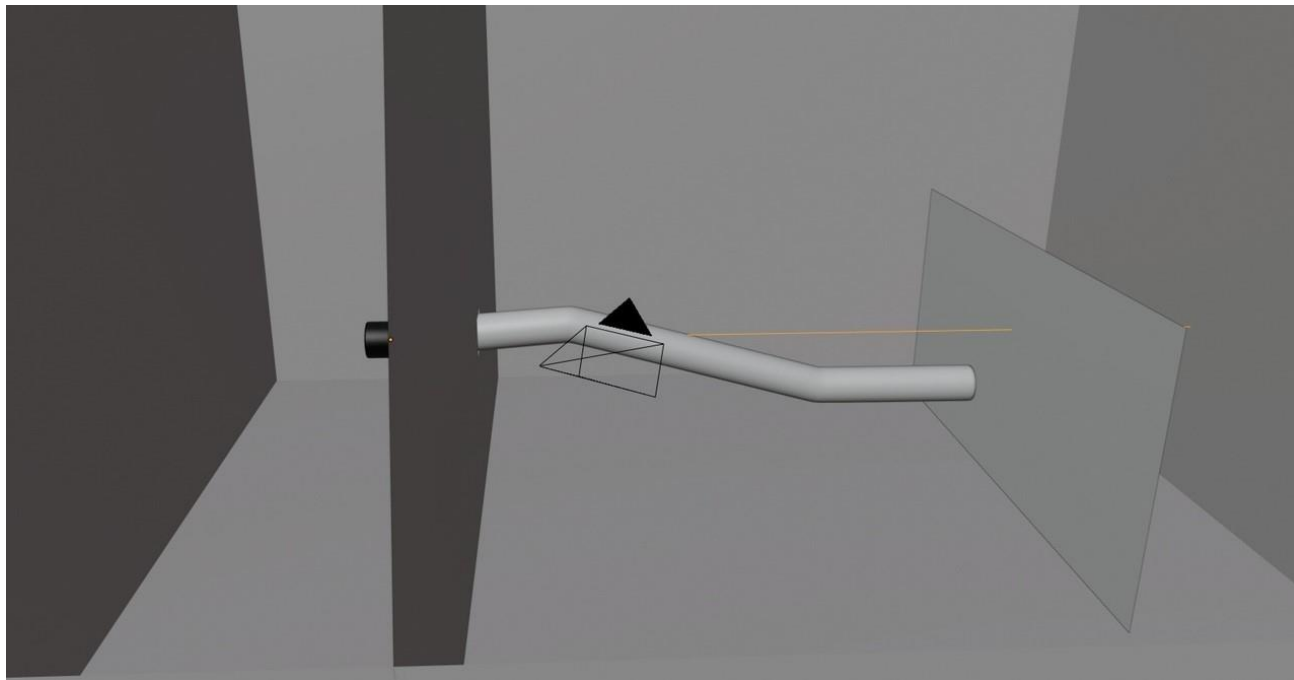


Эксперимент 2

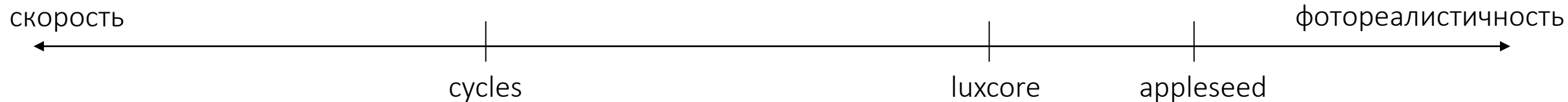


Эксперимент 4

Другие эксперименты



Эксперимент 5



Выводы

- Для моделей в которых преобладает не прямое освещение, лучше использовать двунаправленный алгоритм, в котором лучи трассируются как из источников освещения, так и из камеры – SPPM в appleseed или bidirectional path tracing в LuxCore.
- Для простых моделей с преобладанием прямого освещения для наиболее качественного результата следует использовать трассировку пути, реализованную в рендере appleseed, если же в приоритете является время рендеринга, то лучшим выбором будет рендер Cycles.
- Метод сравнения качества путём бескомпромиссного рендеринга лучшим рендером и сравнения с остальными по PSNR после выравнивания гистограмм показал корректные, но не идеальные результаты.

Спасибо за внимание